



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Off nl gungsschrift  
10 DE 40 19 117 A 1

51 Int. Cl. 5:  
B 21 C 37/08  
C 21 D 9/08  
C 22 C 14/00  
F 16 L 9/16

21 Aktenzeichen: P 40 19 117.6  
22 Anmeldetag: 12. 6. 90  
43 Offenlegungstag: 19. 12. 91

DE 40 19 117 A 1

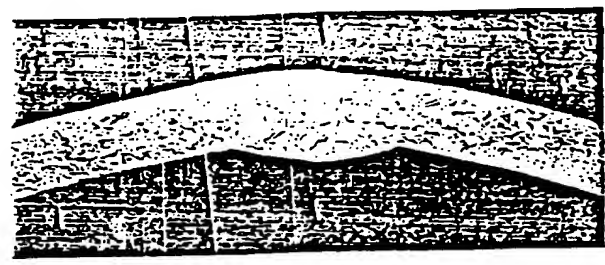
71 Anmelder:  
Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE  
74 Vertreter:  
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 1000 Berlin

72 Erfinder:  
Diederichs, Rolf, Dr., 4156 Willich, DE; Kranz,  
Eckard, 4005 Meerbusch, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung von Rohren aus Titan und Titanlegierungen

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Rohren aus Titan und Titanlegierungen ausgehend von einem Band mit den Schritten Einformen zum Schlitzrohr, Schweißen und gegebenenfalls Nahtbearbeitung. Um ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung von Rohren aus Titan und Titanlegierungen anzugeben, mit dem ein Rohr erzeugt werden kann, dessen Kaltverformungseigenschaften sowohl über den Umfang als auch die Länge homogen sind und das bezüglich seiner Wanddicke und Einseitigkeit bessere Werte aufweist, als ein nahtlos hergestelltes Rohr wird vorgeschlagen, daß ausgehend von einem Band ein gegebenenfalls bezüglich seiner Naht bearbeitetes längs-nahtgeschweißtes Rohr erzeugt wird, das anschließend mit einer Mindestumformung von 10% kaltgewalzt und nachfolgend rekristallisierend an Luft oder unter Schutzgas wärmebehandelt wird.



DE 40 19 117 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Rohren aus Titan und Titanlegierungen gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1.

Für verschiedene Anwendungszwecke werden Rohre aus Titan und Titanlegierungen benötigt, die bezüglich ihrer Kaltverformungseigenschaften sowohl über den Umfang und die Länge homogen sein müssen. Diese Forderung erfüllen nahtlos hergestellte und wärmebehandelte Titanrohre in ganz hervorragendem Maße. Sie haben aber den Nachteil, daß sie teuer sind in der Herstellung als längsnahtgeschweißte Rohre, insbesondere dünnwandige Rohre mit Wanddicken kleiner 3 mm und größere Toleranzen bezüglich der Wanddicke und der Einseitigkeit aufweisen. Aus diesem Grunde sind Überlegungen angestellt worden, wie man den Mangel ungenügender Kaltverformungseigenschaft im Schweißnahtbereich von längsnahtgeschweißten Rohren beseitigen kann. Ein Vorschlag zielt darauf ab, das längsnahtgeschweißte Titanrohr durch Kaltziehen soweit zu verformen, daß die Schweißnaht nicht nur außen und innen eingeebnet wird, sondern daß die Schweißnaht so stark kaltverformt wird, daß es bei einer anschließenden Wärmebehandlung zur Kornneubildung (Rekristallisation) kommt. Das Kaltverformen durch Ziehen mit einer entsprechenden Wanddickenreduzierung ist bis heute stets daran gescheitert, daß die Schweißnaht des Titanrohres schon nach kurzer Ziehdauer auf dem Ziehstein "aufsitzt", d. h. verschweißt. Bisher ist es nicht gelungen, Ziehsteine z. B. durch Beschichten oberflächlich so zu verändern, daß das Verschweißen des Titans mit dem Ziehstein unterbunden wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein kostengünstiges Verfahren zur Herstellung von Rohren aus Titan und Titanlegierungen anzugeben, mit dem ein Rohr erzeugt werden kann, dessen Kaltverformungseigenschaften sowohl über den Umfang als auch die Länge homogen sind und das bezüglich seiner Wanddicke und Einseitigkeit bessere Werte aufweist, als ein nahtlos hergestelltes Rohr.

Diese Aufgabe wird mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Das bisher bekannte Problem des Verschweißens des Werkzeuges mit der Naht eines zuvor längsnahtgeschweißten Rohres beim Kaltziehen kann durch Walzen, insbesondere Kaltpilgern vermieden werden. Der Umformungsgrad muß entsprechend hoch sein, damit durch Rekristallisation bei der anschließenden Wärmebehandlung ein feinkörniges Gefüge auch im Schweißnahtbereich erzeugt wird. Der Umformgrad sollte deshalb mindestens 10%, vorzugsweise jedoch mehr als 20% betragen. Die anschließende Wärmebehandlung erfolgt in einem Temperaturbereich von 500 bis 750 Grad Celsius an Luft, vorzugsweise unter Schutzgas mit einer abschließenden Abkühlung an Luft oder vorzugsweise unter Schutzgas. Die erforderlichen Haltezeiten für die Wärmebehandlung können in Abhängigkeit von der Glühtemperatur und dem Verformungsgrad bereits bekannten Rekristallisations-Diagrammen entnommen werden. Solche so erzeugten Titanrohre sind hervorragend geeignet als Ausgangsrohre für die Herstellung eines Preßfittings mit wenigstens einem sickenförmigen, einen Dichtring aufnehmenden Ende. Die Homogenität des Gefüges sowohl in Umfang als auch in Längsrichtung ist Voraussetzung dafür, einen

Preßfitting aus Titan bzw. Titanlegierung ohne Risse und unzulässige Meßabweichungen zu erzeugen und Oberflächen zu erzielen, die als Dichtflächen geeignet sind. Gegenüber dem nahtlosen Rohr hat das längsnahtgeschweißte Rohr den Vorteil einer kostengünstigeren Herstellung und geringerer Toleranzen für die Wanddicke und die Einseitigkeit.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für die erfindungsgemäß erzeugten Titanrohre ist der chemische Apparatebau. Vorrangig ist hier der möglichst gleichmäßige Korrosionswiderstand, der bei einem nichtbehandelten längsnahtgeschweißten Rohr im Schweißnahtbereich gegenüber dem Grundwerkstoff unterschiedlich sein kann. Außerdem müssen die Rohre gleichmäßig kaltverformbar sein, da speziell im Apparatebau die Leitungen gebogen, im Querschnitt verengt oder erweitert und zur Erzeugung von Anschlagflächen gebördelt werden müssen. Ein weiteres Problem ist die zerstörungsfreie Prüfung, insbesondere die US-Prüfung, die durch die Grobkörnigkeit im Schweißnahtbereich stark beeinträchtigt wird.

Üblicherweise schließt die Wärmebehandlung eine Rekristallisation des verformten Schweißnahtgefüges unmittelbar an die Umformung an. Es gibt aber spezielle Gründe diese erst an das Ende der Weiterverarbeitung zum Fertigteil, z. B. Preßfitting zu legen. Da nach der Kaltumformung des Rohres zum Preßfitting in jedem Falle eine Wärmebehandlung erforderlich ist, kann auf diese Weise eine Glühbehandlung eingespart werden. Die Verlegung der Glühbehandlung an das Ende der Fertigung hat außerdem den Vorteil, daß das zuvor durch Kaltpilgern kaltverfestigte Titanrohr im Hinblick auf Oberflächenbeschädigungen nicht so empfindlich ist bei der Weiterverarbeitung im Vergleich zu einem geglähten Rohr.

Anhand eines Beispiels wird das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert.

Aus einem Titanband des Werkstoffes 3.7035 mit einer Dicke von 1,9 mm wurde auf einer Rohrschweißmaschine durch WIG-Schweißen ein längsnahtgeschweißtes Rohr der Abmessung 48,3 mm äußerer Durchmesser  $\times$  1,9 mm Wanddicke hergestellt. Fig. 1 zeigt im Teilquerschnitt bei einer Vergrößerung von 6 : 1 die Nahtgeometrie des WIG-geschweißten Titanrohres mit einem Nahtdurchhang von ca. 0,5 mm. Dieses Rohr wurde anschließend zu einem Rohr der Abmessung 33,4  $\times$  0,7 mm kaltgepilgert. Das entspricht einem Umformungsgrad von 74%. Dieser ist sehr hoch und für den Effekt der Rekristallisation nicht unbedingt erforderlich. Üblicherweise liegen die Umformgrade bei etwa 30–40%. Fig. 2 zeigt im gleichen Teilquerschnitt wie Fig. 1 bei einer Vergrößerung von 7,5 : 1 den Nahtbereich nach der Kaltumformung mit blechebener Naht. Anschließend ist dieses kaltgepilgerte Rohr bei 620 Grad Celsius 15 Minuten lang unter oxidierenden Bedingungen gegläht worden. Die Abkühlung fand an ruhender Luft statt. Bedingt durch die hohe Kaltverformung des Grundwerkstoffes und der Schweißnaht ist das Titan während der Wärmebehandlung vollständig rekristallisiert. Damit besitzt es ein über den Umfang und die Länge gleichförmiges Mikrogefüge. In Fig. 3a ist in einer Vergrößerung von 100 : 1 das grobkörnige Mischkorngefüge in der Schweißnaht des WIG-geschweißten Titanrohres dargestellt und im Vergleich dazu in Fig. 3b die Gefügeausbildung des Grundwerkstoffes nach dem Schweißen. Die Korngröße des Grundwerkstoffes liegt in einem Bereich von 7–8. Nach der Kaltumformung und der Wärmebehandlung ergibt sich

ein Gefüge gemäß den Fig. 4a und 4b. Fig. 4a zeigt in einer Vergrößerung von 100 : 1 die Gefügeausbildung der Schweißnaht. Die Korngröße dieses Gefüges liegt bei etwa 10. Im Vergleich dazu zeigt Fig. 4b das Gefüge des Grundwerkstoffes nach der Behandlung. Im Vergleich zum Ausgangszustand (Fig. 3b) ist das Gefüge erwartungsgemäß etwas feinkörniger geworden. Der Wert liegt etwa bei 9. Die Festigkeitswerte des so behandelten Rohres sind auf die Ausgangswerte des weichen Titanbandes wieder abgesunken, so daß das Rohr im Hinblick auf die Weiterverarbeitung gut kaltverformbar ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Rohren aus Titan und Titanlegierungen ausgehend von einem Band mit den Schritten Einformen zum Schlitzrohr, Schweißen und ggf. Nahtbearbeitung, dadurch gekennzeichnet, daß ausgehend von einem Band ein gegebenfalls bezüglich seiner Naht bearbeitetes längsnahtgeschweißtes Rohr erzeugt wird, das anschließend mit einer Mindestumformung von 10% kaltgewalzt und nachfolgend rekristallisierend an Luft oder unter Schutzgas wärmebehandelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Walzen ein Kaltpilgern ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung erst am Ende der Umformung zum Fertigteil durchgeführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Umformgrad mehr als 20% vorzugsweise 30—40% beträgt.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmebehandlung in einem Temperaturbereich von 500 bis 750 Grad Celsius erfolgt mit einer anschließenden Abkühlung an Luft oder unter Schutzgas.
6. Verwendung eines entsprechend dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 hergestellten längsnahtgeschweißten Rohres aus Titan oder Titanlegierungen als Ausgangsrohr zur Herstellung eines Preßfittings mit wenigstens einem sickenförmigen, einem Dichtring aufnehmenden Ende.
7. Verwendung eines entsprechend dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 hergestellten längsnahtgeschweißten Rohres aus Titan oder Titanlegierungen für den chemischen Apparatebau.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

6 : 1



Fig. 1

7,5 : 1



Fig. 2

100 : 1



Fig. 3a

100 : 1

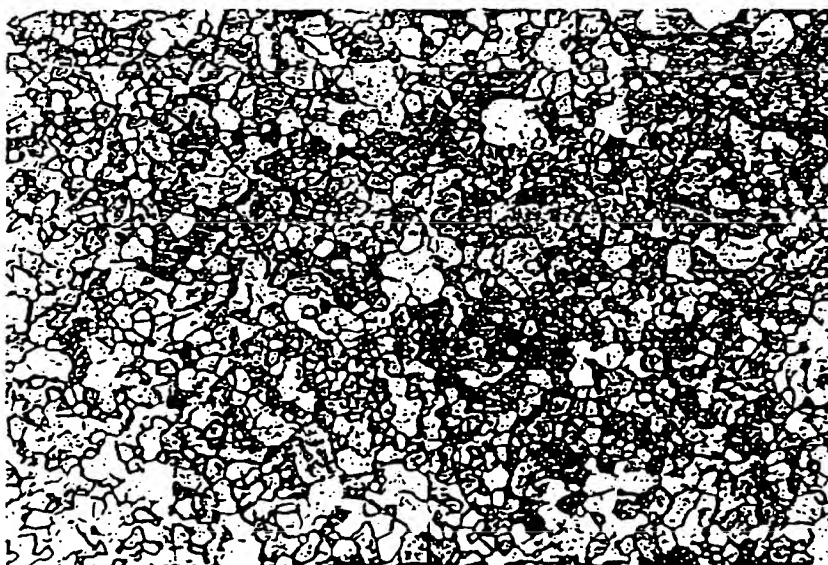


Fig. 3b

100 : 1

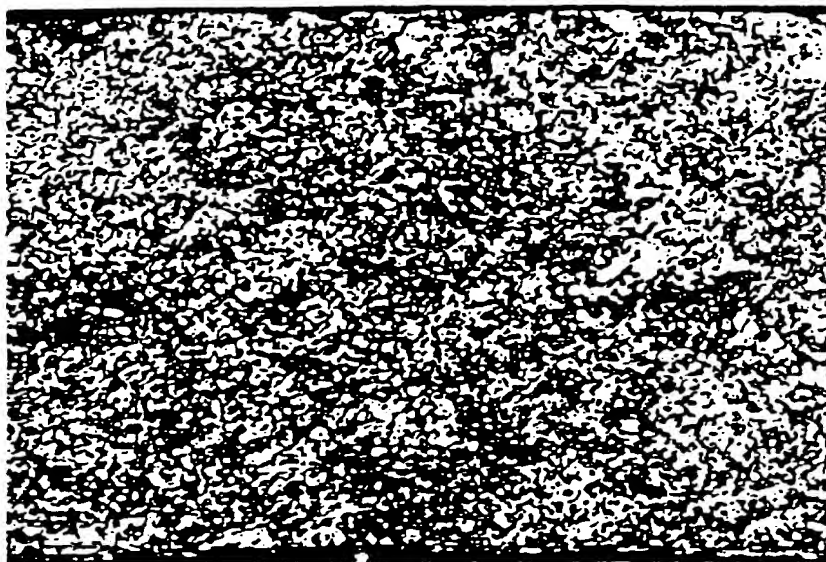


Fig. 4a

100 : 1

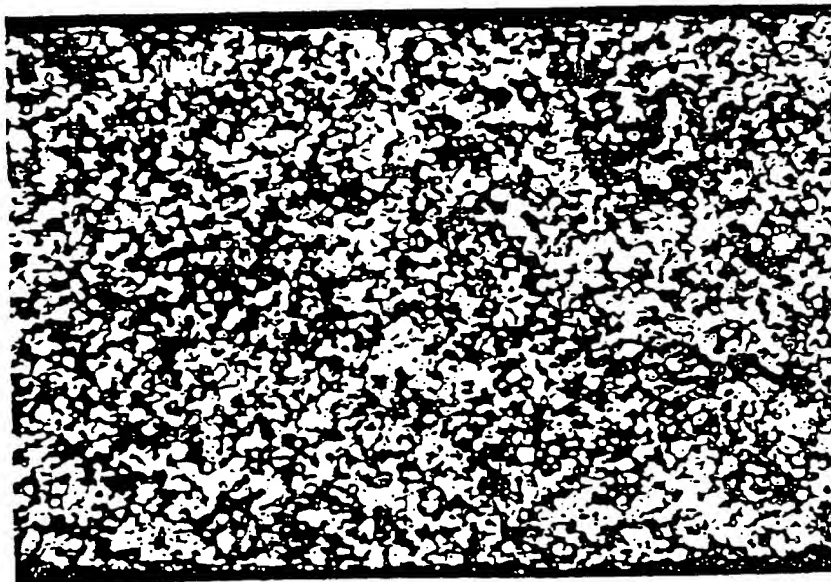


Fig. 4b